

Высотное распределение скорости производства космогенного ^7Be на реакциях $^{14}\text{N}(\alpha, X)^7\text{Be}$ и $^{16}\text{O}(\alpha, X)^7\text{Be}$ в земной атмосфере

Дергачева Евгения Валерьевна

Бураева Елена Анатольевна

Южный федеральный университет

Мальшевский Вячеслав Сергеевич, д.ф.-м.н.

Whitemouse92@yandex.ru

На сегодняшний день мониторинг содержания радионуклидов в приземном слое атмосферы позволяет сделать вывод о том, что существенный вклад в радиоактивность приземного воздуха дает короткоживущий изотоп космогенного происхождения ^7Be . Вариации содержаний ^7Be в воздухе связаны с солнечной активностью и имеют характерный сезонный ход и широтную зависимость [1]. Благодаря быстрому распаду его активность изменяется в растениях в зависимости от синоптических условий. Поэтому ^7Be представляет интерес не только с точки зрения радиоактивного воздействия на биологические системы, а также может являться индикатором скоростей обмена в растениях, и, как следствие, показателем накопления природными средами загрязняющих веществ, поступающих из атмосферы. Именно это делает его удобным индикатором для быстрой оценки возможного атмосферного загрязнения и воздушного обмена в окружающей природной среде. Также, данный изотоп используют для прогнозирования погоды. Он играет роль своеобразной «метки» воздушных слоев: наблюдая изменение концентрации ^7Be , можно определить промежуток времени от начала движения воздушных масс [2].

Настоящая работа посвящена расчету скорости образования P , $1/(\text{г} \cdot \text{сек})$, космогенного изотопа ^7Be на реакциях «скалывания» $^{16}\text{O}(\alpha, X)^7\text{Be}$ и $^{14}\text{N}(\alpha, X)^7\text{Be}$ на заданной глубине атмосферы d , $\text{г}/\text{см}^2$. Значения скоростей производства изотопа ^7Be проводили по следующей формуле:

$$P_i(d) = N_i(d) \int_{E_1}^{E_2} dE \sigma_i(E) J_i(E, d) \quad (1)$$

где $N_i(d)$ - число атомов мишени (кислорода $N_O = 8,678 \cdot 10^{21}$ $1/\text{г}$ или азота $N_N = 3,225 \cdot 10^{22}$ $1/\text{г}$) в одном грамме воздуха на глубине d ; $\sigma_i(E)$ - сечение соответствующей реакции «скалывания», мбн; $J_i(E, d)$ - плотность потока α -частиц, $1/(\text{см}^2 \cdot \text{сек} \cdot \text{МэВ})$. Погрешность интегрирования в среднем составляет 10 %. Сечения этих реакций σ содержатся в базе данных EXFOR [3]. Численные расчеты плотности потока α -частиц J в заданном энергетическом диапазоне проводили с помощью модели «PARMA» (PHITS-based Analytical Radiation Model in the Atmosphere) [4,5], которая позволяет моделировать потоки различных частиц вторичного космического излучения с выбором заданного энергетического диапазона, глубины атмосферы, жёсткости геомагнитного обреза, солнечной активности и выбором типа частиц. Расчет плотности потока α -частиц проводили в условиях: геомагнитное поле 5, диапазон энергий 30...200 МэВ, солнечная активность 400, глубина атмосферы 200...1000 $\text{г}/\text{см}^2$.

На рис. 1 представлены результаты расчетов скоростей производства P , $1/(\text{г} \cdot \text{сек})$, ^7Be при реакциях $^{16}\text{O}(\alpha, X)^7\text{Be}$ и $^{14}\text{N}(\alpha, X)^7\text{Be}$ в зависимости от глубины атмосферы.

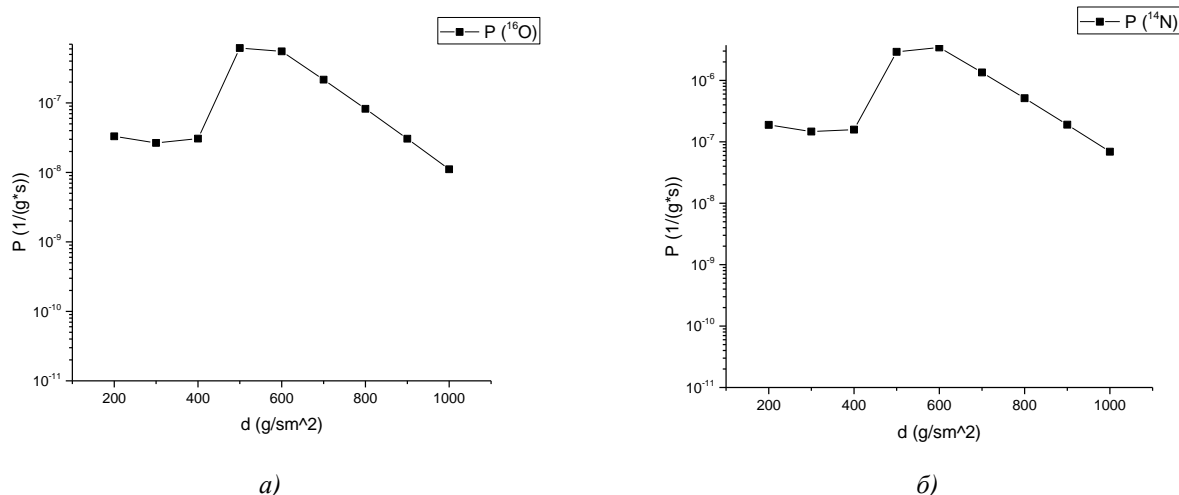


рис. 1. Зависимость скорости образования ^7Be при реакциях $^{16}\text{O}(\alpha, X)^7\text{Be}$ (а) и $^{14}\text{N}(\alpha, X)^7\text{Be}$ (б) на различных глубинах атмосферы

Полученные значения скоростей образования ${}^7\text{Be}_4$ на реакции ${}^{14}\text{N}_7(\alpha, X){}^7\text{Be}_4$, в среднем, на порядок выше, чем на реакции ${}^{16}\text{O}_8(\alpha, X){}^7\text{Be}_4$, что является ожидаемым, ввиду химического состава земной атмосферы. Также, из графиков видно, что характер изменения $P(d)$ почти идентичен для рассматриваемых реакций, и на глубине атмосферы 500 – 600 г/см² в обоих случаях наблюдается резкое возрастание скорости производства ${}^7\text{Be}_4$ с последующим уменьшением с глубиной d .

Следовательно, можно говорить о том, что образование космогенного ${}^7\text{Be}_4$ на реакциях ${}^{14}\text{N}_7(\alpha, X){}^7\text{Be}_4$ и ${}^{16}\text{O}_8(\alpha, X){}^7\text{Be}_4$ происходит в основном на средних глубинах земной атмосферы, 500 – 700 г/см².

Список публикаций:

- [1] Бурева Е. А., Давыдов М. Г., Зорина Л. В. и др. // *Атомная энергия*. 2007. №102, В.6, С.370.
- [2] Armstrong T. W., Chandler K. C., Barish J. J. *Geophys. Res.* 1973. №78, С.100.
- [3] *Experimental Nuclear Reaction Data (EXFOR)*. <http://cdfe.sinp.msu.ru/exfor/index.php>.
- [4] Tatsuhiko Sato, Koji Niit. *Radiation research*. 2006. №, С. 544.
- [5] Tatsuhiko Sato, Hiroshi Yasuda, Koji Niita, et. al. *Radiation research*. 2008. №170, С. 244.

Исследование влияния неопределенностей в методе нейтронной резонансной спектроскопии при определении элементного и изотопного состава образцов

Ергашов Алмат Муратулы

Объединённый институт ядерных исследований, Государственный университет «Дубна»

Седышев Павел Викторович, Бажажина Нина Валерьевна

almat_16.93@mail.ru

В настоящее время в Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка для определения элементного состава образцов развивается метод нейтронной резонансной спектроскопии – Neutron Resonance Capture Analysis (NRCA) [1]. В данном методе используется импульсный источник нейтронов и техника времени пролета для определения энергии нейтронов. Идентификация элементов и изотопов осуществляется по энергиям нейтронных резонансов в реакции радиационного захвата, а их содержание в образце определяется по выходу γ -квантов в наблюдаемых резонансах. При анализе применяются относительные измерения – с исследуемым образцом и стандартным.

При обработке резонансов на времяпролетных спектрах используется метод площадей [1]. Выход γ -квантов в резонансе определяется формулой

$$\sum N = \Pi(E) \varepsilon_{\gamma} \frac{\Gamma_{\gamma}}{\Gamma} A,$$

где $\sum N$ – количество отсчетов под пиком резонанса; $\Pi(E)$ – поток нейтронов в области резонанса; ε_{γ} – эффективность регистрации детектора γ -квантов, испущенных образцом после радиационного захвата нейтронов; Γ_{γ} , Γ – радиационная и полная ширины резонанса. Масса изотопа извлекается из значения A площади провала на кривой пропускания, зависящей от параметров резонанса и концентрации изотопа. Для этого используется теоретический расчет кривой пропускания [2].

Однако, эти расчеты проделаны для изолированных резонансов, когда расстояние между соседними резонансами намного больше ширины резонанса. На практике часто бывает так, что приходится брать достаточно узкий участок на резонансной кривой (рис. 1).

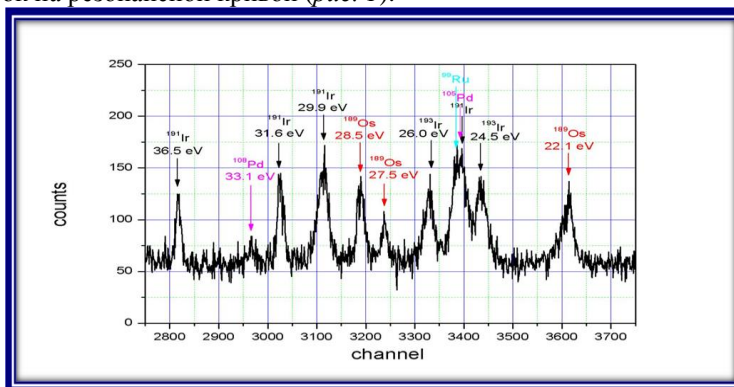


рис. 1. Времяпролетный спектр, полученный при анализе пробы с ГОК из Монголии